

# 以产生式为单位的工作记忆容量研究

杜建政

(中国科学院心理研究所, 北京, 100101)

鲁忠义 刘国学

(河北师范大学教科院, 石家庄, 050091)

## 1 前言

工作记忆容量, 始终是工作记忆研究的主要方面之一。早在 1974 年, Baddeley 和 Hitch 就采用分心作业的方法, 对此进行过实验研究。他们发现, 被试在记忆中负载 0 2 个项目时, 推理作业(作业较简单)几乎没有受到干扰。但当被试需要记住 6 个项目时, 推理时间从 2173 秒(记忆负载 0 个项目)升至 4173 秒; 如果要求快速作出推理判断, 则被试能够回忆的项目仅为 317 个。

Daneman 和 Carpenter(1980)采用阅读广度作业, 对工作记忆容量的个体差异进行了研究。在实验中, 他们要求被试阅读一系列无关的句子, 阅读这些句子后, 被试要回忆每个句子的最后一个词。研究者的目的在于确定被试能够成功回忆最后一个词的句子的最大数量。结果发现, 在大学生中, 此类句子阅读广度的变化幅度一般为 2) 515 个。

Trick 和 Pylyshyn(1993)在实验中, 要求被试对一些项目(如小圆点)计数。他们发现, 对于 1) 4 个小项目, 被试通常每增加一个项目, 反应时间约增加 40) 120 毫秒; 而对于 5 个以上的项目, 则每增加一个项目, 被试的反应时间要增加 250- 350 毫秒。他们认为, 这种结果表明, 被试把握 4 个项目时, 能够将其同时置于注意范围之内, 进行加工; 而当项目数量超过 4 个时, 计数过程中就需要转换注意, 进行序列加工。Trick 和 Pylyshyn 还进一步发展了/ 多目标追踪 0 (multi-object tracking) 范式; 在计算机视屏上同时呈现许多圆点, 其中一些圆点开始时忽明忽暗, 然后停止闪烁。接着, 所有圆点开始在视屏中环绕游动, 一段时间后静止下来。被试的任务就是指出那些曾经闪烁的圆点最终停于何处。研究结果发现, 被试只能同时追踪 4 个圆点; 如果闪烁圆点的数量再多一些, 被试就无法准确追踪, 不能正确指出它们最终的位置。

工作记忆在很大程度上是探讨人们对信息进行变换的能力(Schneider 和 Pressley, 1997), 因此, 我们认为, 以产生式规则为单位, 来研究与推理、决策、问题解决等心理活动密切相关的工作记忆的容量, 应具有一定的合理性, 对理解人类的高级认知过程具有一定的意义。

产生式(Production)一词最早是由 Post 在 1943 年提出的。他用串替换规则建立了一个进行符号串替换操作的计算模型, 其中的替换规则就称为产生式。1965 年, Newell 和 Simon 将产生式作为描述人类在问题解决中进行信息加工的形式化语言, 并在此基础上模拟了人在不同领域问题解决中的行为。他们的基本假设是: 人类解决问题的知识可以表示为产生式规则, 一旦人或计算机获得这些产生式规则, 他

(它)们就能有效地解决相应的问题(转引自朱新明、李亦菲等, 1998)。

## 2 方法

### 2.1 被试

河北师范大学和河北经贸大学本科生 24 名, 均为男性, 年龄 21) 23 岁。被试了解中国象棋的行棋方法和粗浅规则, 据被试自己估计, 累积下棋时间不超过 200 小时。用较常见的例和、例胜、绝杀棋局进行测验, 确定被试不具备这些知识, 也没有组合杀着的能力。

### 2.2 材料

从 5 适情雅趣 6 (徐芝选、陈学礼校, 徐家亮译注, 1983) 中选取(或修订)无变着的连照杀局 6 谱, 盘面棋子数目分别为 14(/ 蛇龙混海 0、修订/ 江心下钩 0)、18(修订/ 镇压远庭 0、修订/ 下车伏谒 0)、22(/ 龙翻潭底 0、修订/ 藕断丝牵 0), 结局均为红方在第 7 个回合中取胜。象棋一副, 棋子直径为 314cm, 棋盘为 3516@3917cm<sup>2</sup>。SANYO 录音机一台。

### 2.3 程序

实验采用单因素组内设计。自变量为盘面棋子数目, 分 3 个水平; 因变量为被试指出的着法数目。

首先用录音机向被试呈现指导语: / 棋盘上是一则象棋残局。假如您执红棋先行, 您将如何走棋, 并判断黑棋如何回应。请您用手指出行棋的次序, 但不能移动棋子。希望您能更多地预见棋局的进展。在您指出的着法不正确时, 我们会向您提醒, 并请您再选择正确的着法。0

将棋局呈现给被试, 请被试按照指导语的要求用手指出棋局的变化。当被试指出的着法不正确时, 主试向被试口头提示: / 这是错着, 请您另选择一步正确的着法 0, 直至被试选择到正确着法。在这里, / 错着 0 仅指黑方导致红方速胜、或红方导致黑方胜的着法, 不包括不可能着法。如果被试在两分钟内无法指出棋局的变化, 或者所指出的着法为不可能着法(指在最初呈现棋局中, 此着法符合规则; 但由于棋局的发展, 某些棋子已不在原处, 此着法已不存在或不符合规则)时, 此局测验即告结束。被试正确指出一个回合的变化, 则计 1 分; 仅指出红方的着法, 计 0.5 分。被试的累积得分即为此局的得分。

被试先测试三局, 其中包含 14 子、18 子、22 子的棋局各一局, 之间休息 1 分钟。三局之后, 休息 10 分钟, 然后以相反的次序测验另外三局不同子数的棋局。将每个被试对相同子数棋局的两个得分加以平均。24 名被试进行各类棋局测验的顺序完全平衡。

### 3 结果与讨论

24名被试对各类棋局的测验成绩见表1。方差分析的结果表明,被试对各类棋局的测验成绩没有显著差异( $F=0.58, P=0.564$ )。

表1 被试各类棋局的测验成绩(平均值±标准差)

棋局子数	14	18	22
估计回合数	21.89±0.42	21.80±0.42	21.86±0.41

在我们的研究中,暗含着这样一个假设:被试对棋局每一回合的估计,即若红方,  $n$ , 则黑方,  $n-1$ , 均为一个产生式。这就是被试正确指出一个回合的变化计1分的依据。由于被试不得移动棋子,他们对棋局的变化,都须保存在工作记忆中,当工作记忆的负载达到极限时,被试就难以估计以后的棋局变化,或者所指出的着法为不可能着法(说明前面的变化已从工作记忆中溢出)。从实验结果看,被试大约能够估计3个回合的变化(总平均为21.85),说明在工作记忆中可以同时容纳加工3个产生式。

我们选择象棋新手作为被试,是为了避免组块的影响(Chase和Simon,1973)。具有一定象棋水平的人,由于储存有杀着定式,对棋局的判断可能仅为一个产生式;若出现如此局面,则红(或黑)先胜;而新手估计棋局时,每一回合变化,均须作为一个产生式。另外,我们测验所用棋局没有变着,是避免变着作为产生式负载于工作记忆中,使得对被试工作记忆容量的估计偏小。

一些学者认为(Baddeley,1992;Ashcraft,1994;Baddeley和Logie,1999),工作记忆由三个部分组成,其主要部分为中央处理系统(central executive system),或称处理控制系统(executive control system),另外两个子系统为语音回路(articulatory loop)和视空间系统(visuospatial sketchpad)。在我们的研究中,以象棋残局为实验材料,表现为棋子的空间变

换,事实上只是探讨了中央处理系统和视空间系统的容量。Saariluoma(1992)发现,视空间和抑制作业(visuospatial suppression)会显著干扰被试考虑着法、察觉危险和记忆棋局,而语音抑制作业(articulatory suppression)则对被试没有影响,这个结果说明,视空间系统在象棋游戏中起着重要作用,而语音回路的作用则不大。Baddeley及其同事也发现类似结果,而且,他们还发现,中央处理抑制作业(central executive suppression)显著干扰被试记忆棋局和选择着法(baddeley,1996)。

以产生式为单位,对语音回路容量进行研究,或许可借用Sternberg(1966)和Trick等(1993)的研究范式:设计一系列实验材料,其中学习材料为一个或数个产生式(若 $A_1$ ,则 $B_1$ ;若 $A_2$ ,则 $B_2$ ,...),要求被试记住1个或数个产生式,然后根据这些产生式判断测验材料的对错。测验材料可能是某个结论,也可能是另外的产生式,被试判断测验材料对错须依据学习材料中的一个或数个产生式。因变量为反应时间或错误率。如果实验结果出现如图1中曲线a或b所示的结果(横轴表示作出对错判断所需依据的产生式数目),则表明语音回路的容量为 $n$ 个产生式。特别地,若出现曲线b所示的结果,可确定在工作记忆中存在并行加工。目前,我们正在设计这类实验材料。

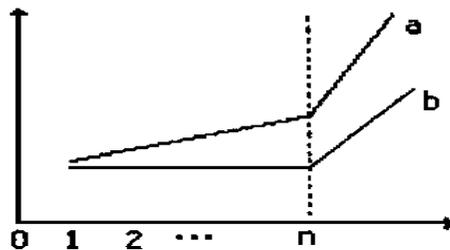


图1 假设的实验结果

(接第481页)张等);而人本主义心理学家如马斯洛等则认为人的生活不仅是为了追求内部平衡,更重要的是追求不断成长与自我实现。是不是可以说,人既是趋向平衡的,也是追求新的刺激与不断成长的。趋向平衡与追求不断成长,既反映了人格完善的不同水平,也反映了一个人心理生活主动性程度不同的状态。如果我们把消除过度的紧张不安而达到内部平衡状态称作“消极的”或“低层次的”心理健康的话,则“积极的”或“高层次的”心理健康意味着有高尚的目标追求,发展建设性的人际关系,从事具有社会价值的创造,渴望生活的挑战,寻求生活的充实与人生意义。

第三,心理健康是一种状态更是一个过程。心理健康并不是一种静态的平衡,并不是永久性的无压力、无冲突、无痛苦,而是要在(平衡)不平衡的交错中,进行有效的自我调整,与现实环境保持动态的协调,进而追求成长与发展。换言之,一个人若具有能力在矛盾重重的日常生活中求得暂时或长期的内心的平衡与和谐,并进而追求新知,追求自我实现,则他必定拥有导致心理健康的重要条件。

第四,心理健康说到底是一种人生态度。心理健康首先

反映出一个人健康的人生态度。心理健康的人对生活抱开放态度,乐于吸取新经验;心理健康的人以积极的眼光看待周围事物;心理健康的人富有利他精神,能在尝试付出、伸展自己的过程中增强自我价值感;心理健康的人追求高尚的生活目标,但作为一种现实的生活目标,他能放弃“完人”、“超人”的念头;心理健康的人有观念明确、能身体力行而又有一定程度弹性的道德准则,而缺乏道德观念与坚持“超道德”观念正是人格异常者与神经症患者常见的特征。许多心理咨询专家都指出:神经症患者对其神经症状的特殊的态度,如焦虑症患者对自己的焦虑表现的过度担忧,强迫症患者对自己强迫观念的过度关注与强烈的控制意识,正是加重其神经症状的重要原因。这也可以从反面说明人生态度对于心理健康的重要。总之,心理健康的人在生活中多持有一种积极的、开放的、现实的、辩证的、通达的人生态度。5论语1子罕第九6中所说的“子绝四:毋意,毋必,毋固,毋我”,正是这种辩证的、通达的人生态度的表现,是维护个人心理健康的宝贵的人生箴言。